



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월09일  
(11) 등록번호 10-1263067  
(24) 등록일자 2013년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 23/04 (2006.01) G01N 23/20 (2006.01)  
G01N 23/203 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7004752(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2007년08월07일  
심사청구일자 2011년11월11일  
(85) 번역문제출일자 2010년03월03일  
(65) 공개번호 10-2010-0044242  
(43) 공개일자 2010년04월29일  
(62) 원출원 특허 10-2009-7002704  
원출원일자(국제) 2007년08월07일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/075323  
(87) 국제공개번호 WO 2008/021807  
국제공개일자 2008년02월21일  
(30) 우선권주장  
60/822,162 2006년08월11일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
US06151381 A\*  
US06687326 B1\*  
US20050185757 A1\*  
US05600303 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
아메리칸 사이언스 앤 엔지니어링, 인크.  
미국 메사츄세츠 빌러리카 미들섹스 턴파이크 829  
(72) 발명자  
로스차일드 피터 제이.  
미국 02460 메사츄세츠 뉴턴 로웰 에버뉴 540  
슈버트 제프리 알.  
미국 02143 메사츄세츠 써머빌 유닛 107 엘름 스트리트 23  
페일즈 아론 디.  
미국 01720 메사츄세츠 액톤 두간 로드 22  
(74) 대리인  
안국찬, 양영준

전체 청구항 수 : 총 20 항

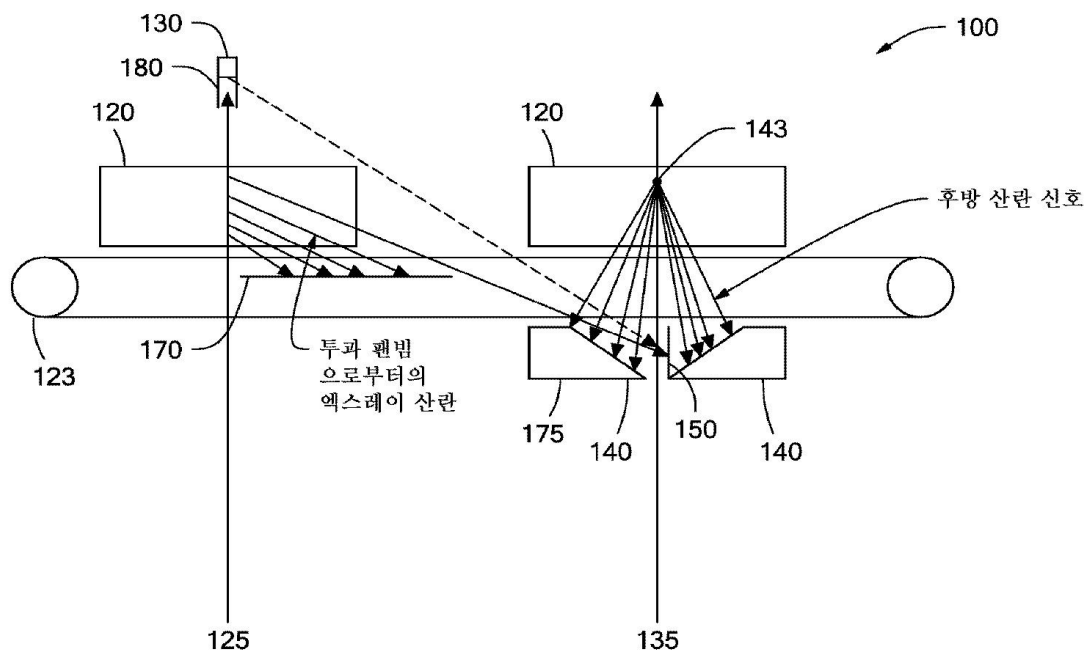
심사관 : 퇴-최승원

(54) 발명의 명칭 물체 검사용 시스템 및 물체 검사 방법

(57) 요약

본 발명은 가방 및 화물용 엑스레이 영상화 검사 시스템에 관한 것이다. 투과 영상화(transmission imaging)는 팬빔(fan beam) 및 단편 검출기(segmented detector)를 이용해 수행되며, 산란 영상화(scatter imaging)는 주사된 펜슬 빔(scanned pencil beam)을 이용해 수행되고, 상기 두 빔은 모두 동시에 활성화 상태에 있게 된다. 두 빔 사이의 혼선은 차폐부(shielding), 산란 검출기(scatter detector)의 디자인, 배치 및 배향 그리고 영상 처리(image processing) 등의 조합에 의해 줄어든다. 영상 처리는 혼선을 줄이기 위해 투과 검출기로부터 산란 빔으로 산란된 방사선을 측정하여 감산한다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

물체를 검사하는 방법이며,  
 침투 방사선의 제1 빔으로 물체를 조사하는 단계와,  
 물체를 통하여 투과되어 투과 검출기에 의해 검출되는 침투 방사선에 기초해 투과 신호를 생성하는 단계와,  
 침투 방사선의 제2 빔으로 물체를 주사하는 단계와,  
 물체에 의해 산란되어 산란 검출기에 의해 검출되는 침투 방사선에 기초해 산란 신호를 생성하는 단계와,  
 물체가 있을 때 침투 방사선의 제1 빔에 의해 발생하는 임의의 산물(artifact)에 대하여 산란 신호를 보상하는 단계와,  
 적어도 산란 신호로부터의 정보를 포함하는 조작자 가시 영상(operator-visible image)을 표시하는 단계를 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 투과 신호를 생성하는 단계는 에너지-의존적 투과 신호(energy-dependent transmission signal)을 생성하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 상기 산란 신호를 보상하는 단계는, 상기 산란 신호로부터 상기 침투 방사선의 제2 빔이 물체를 조사하지 않을 때 산란 검출기에 의해 측정되는 배경 신호를 감산하여, 교정된 산란 신호를 형성하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서,  
 상기 조작자 가시 영상을 표시하는 단계는, 상기 교정된 산란 신호로부터의 정보를 포함하는 조작자 가시 영상을 표시하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 5

제1항에 있어서,  
 상기 산란 검출기에 도달하는 제1 빔으로부터의 침투 방사선을 감소시키는 단계를 더 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 6

제5항에 있어서,  
 상기 산란 검출기에 도달하는 제1 빔으로부터의 침투 방사선을 감소시키는 단계는, 상기 산란 검출기 주위에 하나 이상의 시준 베인을 배치하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

### 청구항 7

제5항에 있어서,  
 상기 산란 검출기에 도달하는 제1 빔으로부터의 침투 방사선을 감소시키는 단계는, 상기 제1 빔을 위한 제1 방사선 광원과 상기 산란 검출기 사이에 차단부를 배치하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,  
상기 차단부가 상기 제1 빔에 평행하게 배치된 커튼인, 물체 검사 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,  
상기 차단부가 상기 제1 빔에 수직하게 배치된 차폐부인, 물체 검사 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,  
상기 차단부가 회전문인, 물체 검사 방법.

#### 청구항 11

제5항에 있어서,  
상기 산란 검출기에 도달하는 제1 빔으로부터의 침투 방사선을 감소시키는 단계는, 상기 산란 검출기의 하나 이상의 면을 차폐하는 것을 포함하는 물체 검사 방법.

#### 청구항 12

제5항에 있어서,  
상기 산란 검출기에 도달하는 제1 빔으로부터의 침투 방사선을 감소시키는 단계는, 상기 투과 검출기의 전방에 시준기를 배치하여 산란을 방지하는 것을 포함하는, 물체 검사 방법.

#### 청구항 13

물체 검사용 시스템이며,  
침투 방사선의 제1 빔을 방출하는 제1 방사선 광원과,  
상기 제1 빔에 의해 물체를 통하여 투과되는 침투 방사선의 강도를 측정하고 투과 신호를 생성하기 위한 투과 검출기와,  
침투 방사선의 주사빔을 방출하는 제2 방사선 광원과,  
물체에 의해 상기 주사빔으로부터 산란된 침투 방사선을 검출하고 산란 신호를 생성하기 위한 산란 검출기와,  
상기 산란 검출기에 도달하는 제1 방사선 광원으로부터의 방사선을 감소시키는 차단부와,  
프로세서, 메모리 및 디스플레이를 포함하며,  
상기 메모리는, 상기 프로세서가, 물체가 있을 때 침투 방사선의 제1 빔에 의해 발생하는 임의의 산물에 대하여 산란 신호를 보상하도록 하는 지시를 포함하고,  
상기 메모리는, 상기 프로세서가, 상기 산란 신호와 상기 투과 신호 중 하나 이상으로부터의 정보를 포함하는 조작자 가시 영상을 디스플레이 상에 표시하도록 하는 지시를 포함하는, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,  
상기 제1 방사선 광원과 상기 제2 방사선 광원 중 적어도 하나는 이중 에너지 광원인, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 투과 검출기가 단편화되어 있는, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 차단부가 시준기인, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 차단부가 상기 투과 검출기의 전방에 배치된 시준기인, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 18

제13항에 있어서,

상기 차단부가 상기 제1 빔과 평행하게 배치된 커튼인, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 19

제13항에 있어서,

상기 차단부가 상기 제1 빔에 수직하게 배치된 차폐부인, 물체 검사용 시스템.

#### 청구항 20

제13항에 있어서,

상기 차단부가 상기 산란 검출기의 일면의 전방에 배치되는 차폐부인, 물체 검사용 시스템.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 침투 방사선(penetrating radiation)을 이용하여 물체를 검사하는 방법 및 시스템에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 실질적으로 동시에 발생하는 투과 및 산란 탐침(probe)을 이용한 물체의 검사에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 본 출원은 2006년 8월 11일 출원된 미국 가출원 제60/822,162호(대리인 정리 번호 1945/A74; 발명의 명칭 "동시에 발생하며 근접한 투과 및 후방 산란 영상화를 이용한 엑스레이 검사")를 우선권으로 주장하며, 위 출원의 내용은 본 명세서에서 참조로 포함된다.

[0003] 표준 엑스레이 투과 영상화 시스템은 수십 년간 보안, 의학 및 검사 용도로 이용되어 왔다. 종래의 의학용 투과 엑스레이 영상은 엑스레이의 콘빔(cone beam)을 사용하고, 검출 매체로 엑스레이 필름을 이용하여 얻어져 왔다. 더 최근에는, 엑스레이의 팬빔(fan beam)은, 엑스레이 광원(x-ray source)과 검출기 어레이(detector array) 사이에서 팬빔을 통하여 수송되는 물체의 2차원 영상을 생성하기 위해 선형 단편 검출기 어레이(linear segmented detector array)와 결합하여 사용되어 왔다. 이것은 공항과 같은 장소에서 보안 용도로 작은 가방 또는 화물을 검사하는 보편적인 방법이다. 얻어진 투과 영상은 단일 종점 에너지 엑스레이 튜브(single end-point energy x-ray tube) 및 검출기 어레이를 이용한 단일 에너지 영상(single energy image)이 될 수 있고, 각각의 어레이 소자는 유일한 검출기 채널로 이루어진다.

[0004] 입사 방사선(incident radiation) 에너지의 작용으로 인한 차동 투과 또는 산란에 기초한 영상은 2개의 최종 에너지 사이에서 교번하는 엑스레이 광원을 사용하거나, 또는 대안으로 이중 에너지 단편 검출기 어레이(dual energy segmented detector array)를 사용하여 얻어질 수 있다. 이러한 어레이는 어레이 소자당 2개의 검출기 채널을 갖는다. 제1 검출기 채널은 더 낮은 에너지 엑스레이에 민감한 반면, (주로 엑스레이 필터를 포함하는) 제2 검출기 채널은 더 높은 에너지 엑스레이를 우선적으로 검출한다. 저 에너지 채널 및 고 에너지 채널로부터 2개 신호의 비율을 얻음으로써, 이중 에너지 전송 영상을 얻을 수 있고, 이는 영상의 각 위치에 있는 물체의 평

균 유효 원자 번호(average effective atomic number;Z)가 결정되도록 한다. 이것은 물질이 낮은 평균 유효 원자 번호(low-Z;유기체)의 물질, 중간 평균 유효 원자 번호(intermediate-Z)의 물질, 높은 평균 유효 원자 번호(high-Z;금속)의 물질 중 어느 하나로 분류되도록 한다. 그 다음, 이러한 정보는 통상적으로 색채 팔레트를 사용하는 흑백 투과 영상 상에 씌워져서 조작자에게 물질 식별 정보(material identification information)를 전달하는 색채 영상을 생성한다.

[0005] 후방 산란 엑스레이 영상화는 가방 및 화물 그리고 심지어 큰 화물 컨테이너 및 차량에 숨겨진 유기물을 보다 확실하게 검출하고 영상화하는 수단을 제공하기 위해 지난 수십 년 동안 이용되어 왔다. 엑스레이의 팬빔을 사용하는 대신, 이러한 시스템은 통상적으로 "비산점(flying spot)"으로 알려진 엑스레이의 주사 펜슬빔(pencil beam)을 이용한다. 후방 산란 영상은, 물체의 각 부분이 빔에 의해 순차적으로 조사될 때 빔으로부터 콤프턴 산란된(Compton scattered) 엑스레이 에너지의 양을 측정함으로써 생성된다. 통상적으로, 콤프턴 산란 엑스레이는 비교적 저 에너지 산란 엑스레이를 검출하도록 최적화된 광역 검출기에서 검출된다. 주사빔(scanning beam)을 통해 물체를 수송하는 동안 주사되는 물체를 가로질러 펜슬빔을 래스터 주사(raster scan)함으로써, 물체의 완전한 2차원의 후방 산란 영상이 얻어진다. 더 낮은 엑스레이 에너지(약 250 keV 미만)에서 콤프턴 산란은 물체의 유기체 영역에서 가장 민감해지는 경향이 있기 때문에, 진술한 방법은 이러한 유기체 영역을 강조하기 위해 이용될 수 있다.

[0006] 엑스레이 투과 및 후방 산란 기술의 조합은 예를 들어, 미국 특허 제6,151,381호["단속 투과 및 산란 검출("Gated Transmission and Scatter Detection)"에 관한 발명으로, 이 발명에선 개별적이고 임시적인 단속 광원이 투과 및 후방 산란 영상화를 위해 이용된다.] 및 제6,546,072["투과 향상된 산란 영상화(Transmission Enhanced Scatter Imaging)"에 관한 발명으로, 이 발명에선 동일한 광원이 투과 영상화 및 후방 산란 영상화 모두를 위해 이용된다.]에 의해 이미 시사되어 있다. 앞서 언급한 두 특허 모두 본 명세서에서 참조로 포함된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 투과 영상화 및 후방 산란 영상화 모두를 이용하는 시스템은, 두 방식에 동일한 광원 스펙트럼이 요구되거나(단일 광원이 두 영상화 모두를 위해 사용되는 경우), 그렇지 않은 경우에는 혼선 문제, 특히 산란 검출기 상에 부딪히는 통상적으로 더 높은 에너지 또는 더 높은 플럭스(flux)의 투과 팬빔으로부터 나온 산란 광자로 인한 혼선 문제를 극복해야 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라, 물체를 검사하는 방법 및 시스템이 제공된다. 시스템은 2개의 침투 방사선의 광원을 포함하며, 제1 광원은 침투 방사선의 팬빔을 방출하고, 제2 광원은 침투 방사선의 주사된 펜슬빔을 방출한다. 시스템은 물체를 통하여 투과되는 팬빔으로부터 나온 침투 방사선의 강도를 측정하는 검출기 소자의 단편 어레이를 포함하며, 또한 물체에 의해 주사 펜슬빔으로부터 산란된 침투 방사선을 검출하는 산란 검출기를 하나 이상 포함한다. 마지막으로, 시스템은 조작자에게 표시될 수 있는 투과 및 산란 형상을 나타내는 하나 이상의 영상을 형성하는 프로세서를 포함한다.

[0009] 다른 실시예에 있어서, 단편 검출기 어레이는 이중 에너지 검출기 어레이가 될 수 있으며, 후방 산란 검출기는 주사 펜슬빔으로부터 산란된 엑스레이를 우선적으로 검출하도록 시준될 수 있다. 감쇠 차단부(attenuating barrier)는 혼선을 줄이기 위한 방법으로 투과 영상화 서브시스템 및 산란 영상화 서브시스템 사이에 배치될 수 있다.

[0010] 시스템은 투과 영상 및 산란 영상에서 검사된 물체의 크기 및 형상이 유사하게 보이도록 소프트웨어 알고리즘을 이용해 투과 영상 및 산란 영상의 영상비 및 크기를 조정할 수 있다. 산란 영상 내에 혼선에 의한 기여분은 하드웨어 또는 소프트웨어를 이용해 산란 영상으로부터 감산될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 산란 검출기 신호는 혼선에 의한 기여분을 결정하기 위해 주사 펜슬빔이 물체를 조사하지 않을 때 측정되고, 이 측정된 신호는 주사 펜슬빔이 물체를 조사할 때의 산란 검출기 신호로부터 감산된다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 하나 이상의 산란 검출기는 일 에너지 범위의 산란된 엑스레이를 우선적으로 검출할 수 있고, 하나 이상의 산란 검출기는 다른 에너지 범위 내의 엑스레이를 우선적으로 검출할 수 있다. 그 다음, 2개의 검출기 세트로부터 나온 신호는 영상화된 물체의 유효 원자 번호에 관한 추가적인 정보를 추출하기

위해 조합될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0012] 본 발명의 실시예는 투과 영상화 방식 및 산란 영상화 방식 사이에 발생하는 혼선 문제를 극복하기 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 또한, 이러한 방법 및 시스템은, 비록 영상화가 서로 다른 광원에 의해, 서로 다른 위치에서 검사중인 물체와 함께 수행될지라도 조작자에게 제공되는 투과 영상 및 후방 산란 영상의 영상비(aspect ratio)가 동등해지도록 소프트웨어로 영상을 처리하는 것을 제공한다.
- [0013] 또한, 팬빔과 단편 검출기 어레이를 사용하는 엑스레이 투과 영상화 시스템과 주사 펜슬빔을 사용하는 산란 영상화 시스템을 조합함으로써, 양쪽 기술의 장점을 통합한 강력한 영상화 시스템이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

- [0014] 앞서 기술한 본 발명의 특징은 첨부 도면과 함께 다음의 실시예를 참조함으로써 더 쉽게 이해될 수 있다.
- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, 검출기 시준 베인(collimating vane)을 구비한 투과 및 산란 영상화 검사 시스템의 개략도이다.
- 도 2는, 본 발명의 실시예에 따른 투과 및 산란 영상화 검사 시스템에 있는 엑스레이 감쇠 가요성 차단부(x-ray attenuating flexible barrier)의 삽입물을 도시한다.
- 도 3은 시준 베인 및 검출기 차단막(screening)을 구비한 투과 및 산란 영상화 검사 시스템의 또 다른 실시예에 대한 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명의 실시예는 투과 영상화 방식 및 산란 영상화 방식 사이에 발생하는 혼선 문제를 극복하기 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 또한, 이러한 방법 및 시스템은, 비록 영상화가 서로 다른 광원에 의해, 서로 다른 위치에서 검사중인 물체와 함께 수행될지라도 조작자에게 제공되는 투과 영상 및 후방 산란 영상의 영상비(aspect ratio)가 동등해지도록 소프트웨어로 영상을 처리하는 것을 제공한다.
- [0016] 발명의 실시예는 엑스레이 방사선에 관하여 기재되어 있으나, 본 청구항 발명의 기재 및 범위는 감마레이(gamma ray) 등을 포함하는 어떠한 종류의 침투 방사선까지 확장될 수 있다.
- [0017] 팬빔과 단편 검출기 어레이를 사용하는 엑스레이 투과 영상화 시스템과 주사 펜슬빔을 사용하는 산란 영상화 시스템을 조합함으로써, 양쪽 기술의 장점을 통합한 강력한 영상화 시스템이 완성된다. 투과 영상은 고해상도 영상이며, 영상 해상도는 개개의 검출기 어레이 소자의 크기에 의해 결정된다. 이중 에너지 엑스레이 광원 또는 이중 에너지 검출기 어레이를 사용함으로써, 투과 영상은 또한 영상화되는 물체의 유효 원자 번호(Z)를 나타낼 수 있다. 후방 산란 영상의 해상도는 물체를 주사하기 위해 사용되는 펜슬빔의 폭에 의해 결정되며, 빔의 폭이 좁아질수록 해상도는 높아진다. 그러나, 빔의 폭이 감소됨에 따라, 빔 내에 있는 엑스레이의 수도 감소되어, 이용 가능한 광자 통계량은 감소하고, 후방 산란 영상의 겉보기 입상성(apparent graininess)은 증가한다. 따라서, 사용되는 빔의 크기는 영상의 질과 해상도 사이에서 절충된다.
- [0018] 개별적인 투과 영상화 및 후방 산란 영상화 서브시스템을 통합한 밀집형 영상화 시스템(compact imaging system; 10)이 도 1을 참조하여 기술된다. 우선, 화물 또는 가방과 같은 검사되는 물체(20)가 컨베이어(23)로 수송되며, 엑스레이 팬빔(25)을 지나가게 되고, 투과 영상은 물체를 통하여 단편 투과 검출기 어레이(30)의 각각의 검출기 소자에 투과되는 엑스레이 강도를 측정함으로써 형성된다. 또한, 물체(20)가 시스템의 검사 터널을 통해 수송될 때, 물체(20)는 후방 산란 영상화 시스템의 래스터 주사 펜슬빔(35)의 평면을 지나간다. 후방 산란 영상은 컨베이어(23) 아래 또는 검사 터널의 벽이나 지붕에 배치된 산란 검출기(40)에 의해 검출되는 콤프턴 산란 방사선의 강도를 측정함으로써 형성된다.
- [0019] *영상화 서브시스템 사이의 혼선 감소 (Cross-Talk reduction between Imaging Subsystems)*
- [0020] 투과 방식 및 산란 방식을 하나의 밀집형 영상화 시스템으로 통합하는데 있어 주요한 기술적 과제는 두 영상화 시스템 사이에서 발생하는 엑스레이 방사선의 누설을 줄이는 것이다. 처리량 및 비용의 실질적인 이유로, 투과 엑스레이 팬빔 및 후방 산란 엑스레이 펜슬빔이 동시에 가동되는 것이 바람직하다. 이것은 물체(20)에 의해



(또는 검사 시스템 자체의 어떤 표면 바깥으로) 투과 팬빔(25)으로부터 산란된 엑스레이가 후방 산란 검출기(40)에서 검출되는 것을 의미한다. 이와 유사하게, 물체(20)에 의해 팬슬빔(35)으로부터 산란된 엑스레이가 투과 검출기 어레이(30)에서 검출될 것이다. 후방 산란 검출기는 투과 검출기 소자에 비해 상대적으로 크기가 크며, 투과 서브시스템은 팬슬빔 보다는 팬빔을 사용하기 때문에, 혼선(또는 누설) 문제는 거의 전적으로 한쪽 방향으로 발생된다. 즉, 방사선은 투과 팬빔으로부터 후방 산란 검출기 내로 산란된다. 이러한 혼선은, 그 자체를 후방 산란 영상의 흐린 영역을 더 밝은 것처럼 나타내거나 또는 후방 산란 영상의 수직 밴딩(vertical banding)과 같이 더 극명한 표시로 나타낸다.

[0021] 시준 베인(collimation vane), 후방 산란 검출기의 신중한 설계 및 배치 그리고 투과 영상화 서브시스템과 후방 산란 영상화 서브시스템 사이의 엑스레이 감쇠 차단부와 같은 시스템 하드웨어 내에 통합된 구성이 엑스레이 "혼선"의 영향을 줄일 수 있다는 것을 발견했다.

[0022] 시준 베인(50)의 예가 도 1에 도시되어 있다. 시준 베인은 후방 산란 검출기의 시계[field of view("FOV")]가 후방 산란 영상화 서브시스템의 팬슬빔을 포함하는 평면으로부터 발생하는 후방 산란을 검출하는 것으로 제한되도록 설계된다. 투과 영상화 서브시스템의 팬빔으로부터 산란된 엑스레이는 시준기를 통과할 수 없으며, 따라서 후방 산란 신호에 부정적인 영향을 주지 않는다. 도 1에 도시된 후방 산란 검출기(40)의 우측에 경사진 시준 베인을 배치하는 것은, 이러한 시준 베인이 주사 팬슬빔(35)으로부터 발생하는 실제 후방 산란 신호를 감소시키는 문제가 있다. 따라서, 팬슬빔(35)에 평행한 단일 시준 베인이 우측 후방 산란 검출기에 사용된다. 그러나, 투과 팬빔으로부터 산란된 엑스레이가 여전히 이러한 검출기에 들어가서, 후방 산란 영상의 질을 저하시킬 수 있다.

[0023] 엑스레이 빔 간의 불필요한 "혼선"을 더욱 줄이기 위해, 다시 말해 투과 영상화 서브시스템과 후방 산란 영상화 서브시스템 간의 불필요한 혼선을 감소시키는 두번째 방법은, 예컨대 도 2에 도시된 것처럼 2개의 서브시스템 사이에 리드 커튼(lead curtain;60)과 같은 엑스레이 감쇠 가요성 차단부를 배치하는 것이다. 또한, 차단부는, 폐쇄 위치로 차단부를 복귀시키는 스프링이 장착된 회전문(swinging door)으로 구성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 투과 팬빔으로부터 산란된 엑스레이는 후방 산란 검출기로 들어가기 전에 감쇠 차단부에 의해 차단된다. 커튼(또는 다른 차단부)의 길이는 그것이 팬빔 또는 팬슬빔 중 어느 하나를 포함하는 평면 내로 물체(20)에 의해 당겨지거나 밀려질 수 없도록 되는 것이 바람직하다. 이와 같은 차단막(screen)이 후방 산란 검출기 내로 산란되는 투과 빔 엑스레이의 영향을 줄일 수 있음을 발견했다.

[0024] 혼선 감산(Cross-talk subtraction)

[0025] 앞서 기재된 것과 같은 엑스레이 혼선을 줄이는 하드웨어적 방법 외에도, 투과 영상화 시스템으로부터 온 잔여 혼선에 기인한 후방 산란 검출기의 유도 신호를 감산하여 후방 산란 신호로부터 유도 신호를 제거할 수 있다. 이것은 후방 산란 팬슬빔이 잠시 작동하지 않을 때 후방 산란 검출기로부터의 신호를 측정함으로써 수행된다. 예를 들어, 주사 팬슬빔은, 다수의 구멍을 포함하는 회전식 초퍼 휠(rotating chopper wheel)을 사용하여 생성될 수 있다. 이러한 구멍은 각 구멍이 엑스레이 튜브에 의해 조사될 때, 초퍼 휠이 회전함에 따라 엑스레이 팬슬빔은 구멍으로부터 나와 검사 터널을 통해 지나간다. 한 구멍이 조사된 지역을 막 떠나서 다음 구멍이 조사된 지역으로 들어가기 직전까지의 짧은 시간 동안, 본질적으로 팬슬빔은 작동하지 않는 상태이다. 이와 같은 짧은 "빔-오프(beam-off)" 시간 간격 동안, 후방 산란 검출기로부터 나온 신호는 주로 항상 가동되고 있는 투과 팬빔으로부터의 혼선으로 인한 것이다. 이러한 신호는 주사선(scan line)에서 산란 검출기 내로 산란된 투과 팬빔 플럭스의 순간 강도를 측정하기 위해 사용되며, 다음으로 그 신호는 혼선 신호를 제거하기 위해 후방 산란 영상의 주사선으로부터 감산될 수 있다. 이러한 감산은, 영상이 조작자에게 표시되기 전에 데이터 수집 전자기기(data acquisition electronics) 또는 이후 처리 과정에서 행해질 수 있다. 감산은 연관 메모리를 구비한 프로세서를 사용하여 수행될 수 있으며, 연관 메모리는 프로세서가 전송한 감산을 포함하는 작업을 수행하기 위해 실행하는 지시를 포함한다. 본 명세서 및 첨부된 특허청구 범위에서 사용되는 바와 같이, "메모리"라는 용어는 프로세서에 의해 실행될 수 있는 지시를 포함하는 하드디스크와 같은 고체 메모리, 자기 매체, 또는 기타 장치 등을 제한없이 포함할 수 있다.

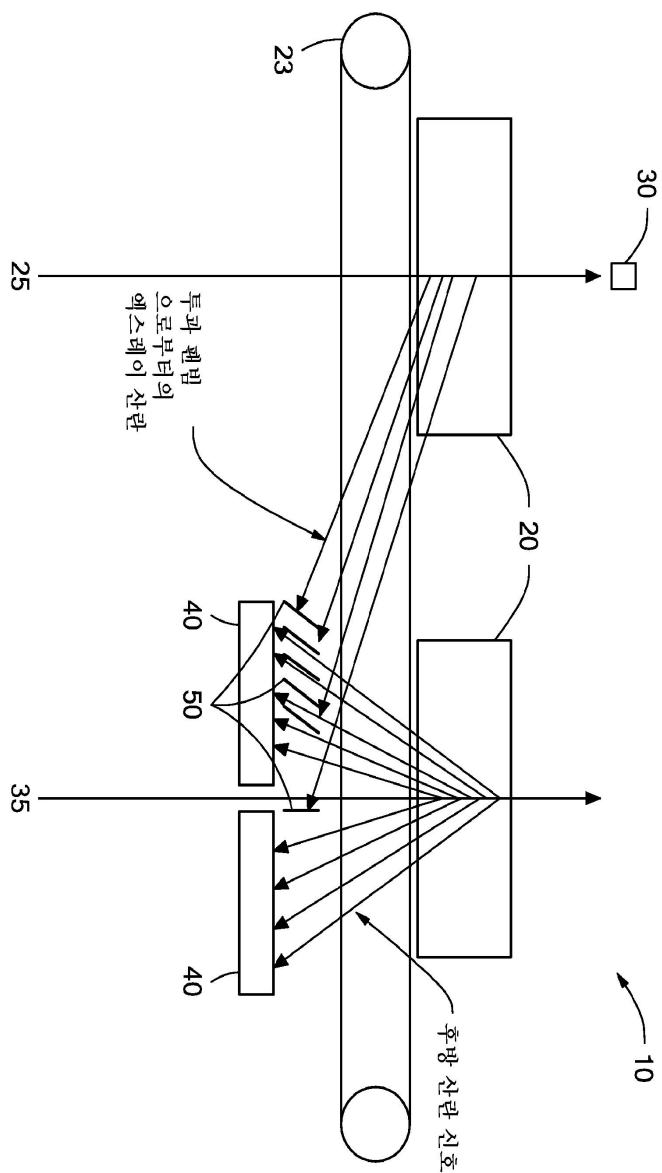
[0026] 본 발명의 다른 실시예에서, 투과 영상화 서브시스템 및 후방 산란 영상화 서브시스템 간의 혼선은 도 3의 시스템(100)에 도시된 바와 같이 시준 베인, 차폐부 및 바람직한 산란 검출기 배향의 조합에 의해 경감된다. 본 실시예는 도 1의 시스템에 비해 다음의 개선점을 갖는다.



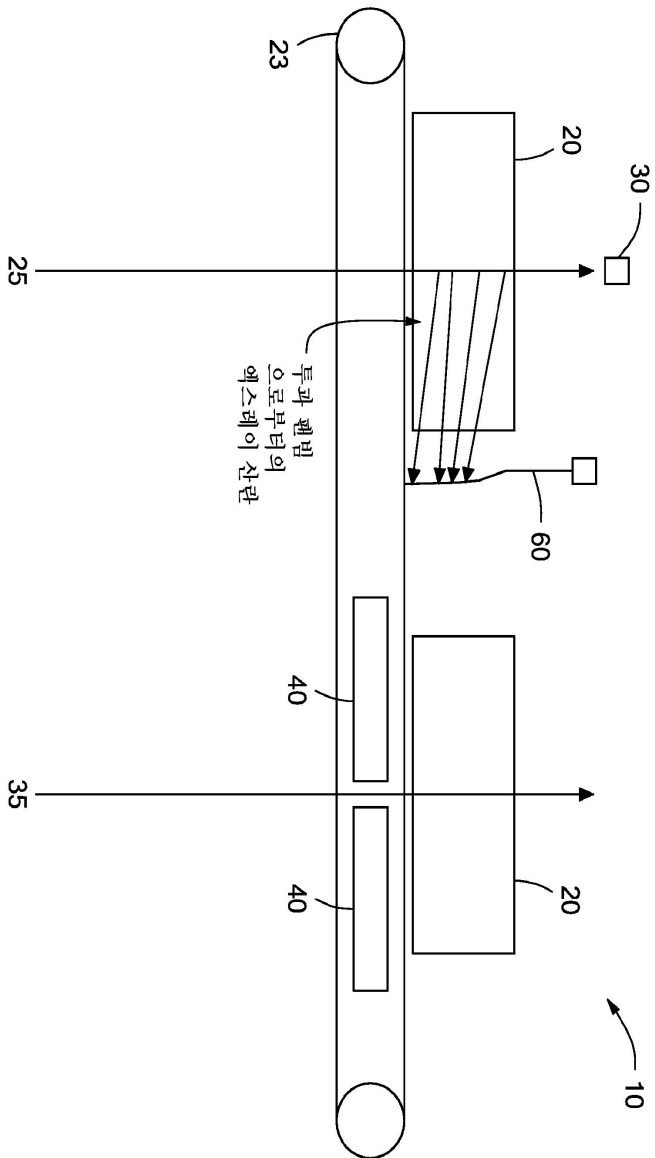
- [0027] (a) 후방 산란 검출기(140)의 작동면(active surface)은 후방 산란 신호가 발산하는 지점(143)을 향하여 경사져 있을 수 있다. 이러한 형상은 후방 산란 빔(135)으로부터 나오는 후방 산란 신호의 검출을 최대화하는 반면, 투과 빔으로부터 나오는 혼선의 검출을 최소화한다. 또한, 이러한 형상은 좌측 검출기 상에 시준 날개를 장착할 필요를 없앤다. 후방 산란 검출기의 다른 모든 면(175)은 납과 같은 차폐 부재로 구획되어 빛나가는 엑스레이의 검출을 최소화한다.
- [0028] (b) 단일 수직 베인(150)은 우측 후방 산란 검출기의 작동면이 투과 빔(125)으로부터 나온 산란 방사선을 검출하는 것을 막는다.
- [0029] (c) 투과 빔 근처의 컨베이어 벨트(123) 아래에 위치한 리드 차폐부(170)는 좌측 후방 산란 검출기(140)가 투과 빔으로부터 나온 산란 방사선을 검출하는 것을 차단한다.
- [0030] (d) 투과 검출기 앞에 있는 시준기(180)는 투과 검출기의 정면을 벗어나서 투과 빔으로부터 산란된 방사선이 후방 산란 검출기(140)에 도달하는 것을 방지한다.
- [0031] *영상비 교정(Aspect Ratio Correction)*
- [0032] 투과 영상과 후방 산란 영상은 두개의 상이한 방법을 통해 얻어지기 때문에, 대체로 두 영상은 상이한 영상비를 가질 것이다. 따라서, 동일한 물체가 두 영상의 각각에서 상당히 상이한 형상 및 크기를 갖는 것처럼 보일 수 있다. 이로 인한 조작자의 혼란을 덜어주기 위해, 본 발명은 투과 영상 또는 후방 산란 영상 중 어느 하나(또는 양자 모두)의 영상비를 조정하기 위한 소프트웨어적인 방법을 포함하여 투과 영상 및 후방 산란 영상이 조작자에게 표시될 때 서로 같은 크기 및 형상을 갖는 것처럼 나타나도록 한다. 통상적으로, (수송 방향을 따르는) 물체의 폭은 투과 영상 및 후방 산란 영상 모두에서 유사할 것이다. 그러나, (수송 방향에 수직한) 물체의 높이는 두 영상에서 종종 다를 것이다. 이를 교정하기 위해, 물체의 높이가 각 영상에서 동일하도록, 공지된 축척 계수(scaling factor)가 두 영상 중 하나에 적용될 수 있다. 대안으로, 소프트웨어 알고리즘이 각 영상에서 물체의 높이를 결정하는데 채택될 수 있으며, 투과 영상 및 후방 산란 영상은 그에 상응하여 일정한 비율로만 들어질 수 있다.
- [0033] 지금까지 기술된 본 발명의 실시예는 모두 단지 예시적인 것일 뿐이며, 다양한 변화 및 수정은 당업자에게 자명할 것이다. 예를 들어, 전술한 실시예에는 후방 산란 영상화가 기재되어 있으나, 본 발명의 다른 실시예에서는 산란 영상화의 다른 방식이 적용될 수 있다. 또 다른 실시예는 투과 팬빔 및 조사 팬빔 모두가 동일한 광원으로부터 추출되는 단지 하나의 엑스레이 광원을 포함하는 시스템이 될 수 있다. 이러한 모든 변화 및 수정은 첨부된 특허청구 범위에서 규정하는 바에 따라, 본 발명의 범위 내에 속한다.

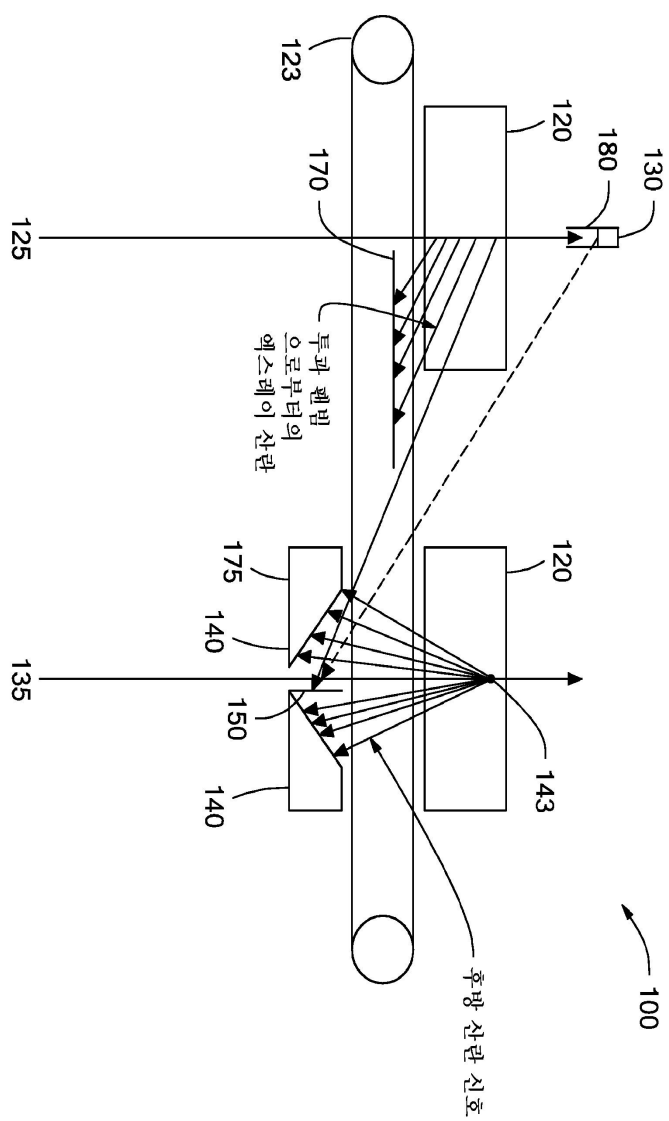
도면

도면1



도면2





도면3